

УСТАНОВКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОДОГРЕВА ШИХТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

С. В. Кудласевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Жаранов

Металлургия и литейное производство являются одними из наиболее энерго- и материалоемких отраслей промышленности. В удельном отношении более всего энергоресурсов потребляет плавка.

Благодаря непрерывному совершенствованию электроплавильных агрегатов (индукционных и дуговых печей) доля жидкого металла, получаемого в электропечах, растет. Электроплавильные печи отличаются универсальностью выплавляемых сплавов, удобством управления и контроля. Однако термический КПД (т.к.п.д.) электроплавки и сегодня не превышает 55-65 %. При этом на нагрев и расплавление металлозавалки в плавильной печи расходуется, примерно, 75-80 % энергии, на перегрев, доводку и выдержку жидкого металла ~ 20-25 %.

90 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов

«Теряемая» тепловая энергия в действительности не просто рассеивается в атмосфере, а расходуется на «производство» загрязнений окружающей среды: образование пыли, вредных веществ, высокотемпературных газов и т. д, которые интенсивно выделяются в начальный период плавки. Для осуществления природоохранных мероприятий приходится затрачивать эквивалентное или большее количество энергии. Снижение качества используемых шихтовых материалов, необходимость использовать загрязненную стружку (брикеты) усугубляют эту проблему. Отсюда следует, что экономическая эффективность мероприятий, сокращающих энергопотребление при электроплавке, с учетом экологических факторов возрастает еще более.

В настоящее время для металлургических электропечей разработан ряд технологических процессов, которые позволяют существенно интенсифицировать работу, сократить удельный расход электроэнергии и одновременно обеспечить высокое качество жидкого металла. Способы сокращения удельных затрат электроэнергии ориентировочно можно расположить следующим образом (по максимально достижимым значениям энергосбережения в % от удельного расхода): дожигание СО в рабочем пространстве печи ~ 5-6, работа со вспененными шлаками ~ 7-9, повышение удельной мощности с поддержанием длинных дуг - 8-10, вдувание кислорода - 8-10, использование жидкого чугуна ~ 10-12, использование топливно-кислородных горелок - 8-12, подогрев шихты ~ 25-35.

Таким образом, предварительный нагрев шихты при электроплавке чугуна и стали теоретически является наиболее эффективным средством повышения технико-экономических показателей работы электрических печей.

Предварительный подогрев шихты может осуществляться несколькими способами:

- нагрев горелками в рабочем пространстве печи;
- в камерных, шахтных или проходных газовых печах;
- в стационарных или вращающихся электрических печах;
- нагрев в специальных установках, конструктивно совмещенных с плавильной печью, за счет тепла отходящих газов;
- в загрузочных корзинах на автономных установках.

Для нагрева кускового материала в слое наиболее эффективным способом является его продувка высокотемпературными газами при конвективном теплообмене. Такой режим, существующий, например, в шахтных печах, обеспечивает т.к.п.д. при нагреве 65-75 %.

УП «Технолит» совместно с кафедрой «МиТЛП» ГГТУ им. П. О. Сухого разработали технологию и установку высокотемпературного газового нагрева шихты (до $T_{ср} = 550-650$ °С) непосредственно в загрузочных бадах специальной конструкции - бады-термосах.

Установки данного типа для предварительного нагрева металлозавалки при плавке чугуна и стали в электродуговых и индукционных печах были успешно внедрены на ряде предприятий Беларуси, в том числе на «Белорусском автозаводе», РУП «ГЛЗ «Центролит» сейчас на стадии ввода в эксплуатацию находится установка подогрева шихты на «Минском тракторном заводе», изготавливается на Могилевском металлургическом заводе и Белозерском энергомеханическом заводе.

По данным предприятий, внедривших эти установки, подогрев шихты до 550-650 °С обеспечивает сокращение удельных затрат электроэнергии на 150-160 кВт·ч на тонну расплава при расходе природного газа 13-14 м³ на тонну шихты. При нагреве замасленной стружки расход газа сокращается до 5-6 м³/т.

Экономический эффект от применения технологии предварительного подогрева обуславливается двумя факторами. Стоимость единицы тепловой энергии, получен-

Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов 91

ной от сжигания природного газа в 10-8 раз меньше, чем от преобразования электроэнергии. Второе - т.к.п.д. нагрева шихты за счет продувки составляет 65-75 %, что, примерно, втрое превышает эффективность нагрева шихты в электропечах. Окупаемость предлагаемых установок составляет 3-6 месяцев.

В предлагаемых установках успешно решены основные проблемы нагрева кусковых материалов в ограниченных емкостях (бадьях): обеспечена равномерность нагрева и устранен перегрев стенок емкости.

Устранение перегрева корпуса загрузочной бадьи (корзины) при высокотемпературном нагреве шихты достигается путем специальной доработки бадьи, в том числе установки внутри нее дополнительной обечайки с зазором 30-50 мм. По кольцевому зазору за счет организованной тяги (приток от дутьевого вентилятора, установленного на своде, и разрежение, создаваемое дымососом под бадьей) продувается холодный воздух. Для того, чтобы в зазор не попадали высокотемпературные продукты горения газа, диаметр свода (крышки) делается меньшим, чем внутренний диаметр вставки, а зазор между сводом и поверхностью шихты (200-350 мм) перекрывается огнестойкой тканью.

Для уменьшения градиента температур по высоте столба шихты разработан и апробирован в промышленных условиях на установках подогрева метод методического, нагрева. После достижения требуемой температуры в верхних слоях шихты осуществляется ступенчатое, либо плавное снижение подачи топлива при этом соответственно уменьшаются температуры факела и верхнего слоя шихты, а тепло перераспределяется в нижележащие слои шихты.

Помимо указанных выше экономических и технологических преимуществ предварительный высокотемпературный подогрев шихты, осуществляемый по предлагаемой технологии, позволяет существенно улучшить экологические параметры плавки, условия труда и безопасность работы на электропечах, особенно при работе с «болотом».

Для повышения эффективности использования системы обдува и определения оптимальных параметров ее конструкции проводилось численное моделирование движения потоков газов, с учетом и без учета влияния подсоса воздуха из атмосферы цеха.

Использовались численные методы решения уравнения Навье-Стокса.

Совокупность дискретных областей (элементов), связанных между собой в конечном числе точек (узлов), представляет собой математическую модель системы.

В соответствии со степенями свободы для каждого элемента модели формируются матрицы масс, теплопроводности и сопротивления, удельной теплоемкости, скорости. Эти матрицы приводят к системам совместных уравнений, которые обрабатываются решателями.

Формирование граничных условий проводилось, исходя из 3-х режимов работы системы обдува, с учетом или без учета дополнительного подсоса воздуха в периферийную зону.

Режим I. Расход воздуха на охлаждение - 4000 м³/час, подсос воздуха из цеха не учитывается. Режим II. Расход воздуха на охлаждение - 2500 м³/час, подсос воздуха из цеха не учитывается. Режим III. Расход воздуха на охлаждение - 1500 м³/час, подсос воздуха из цеха - 500 м³/час.

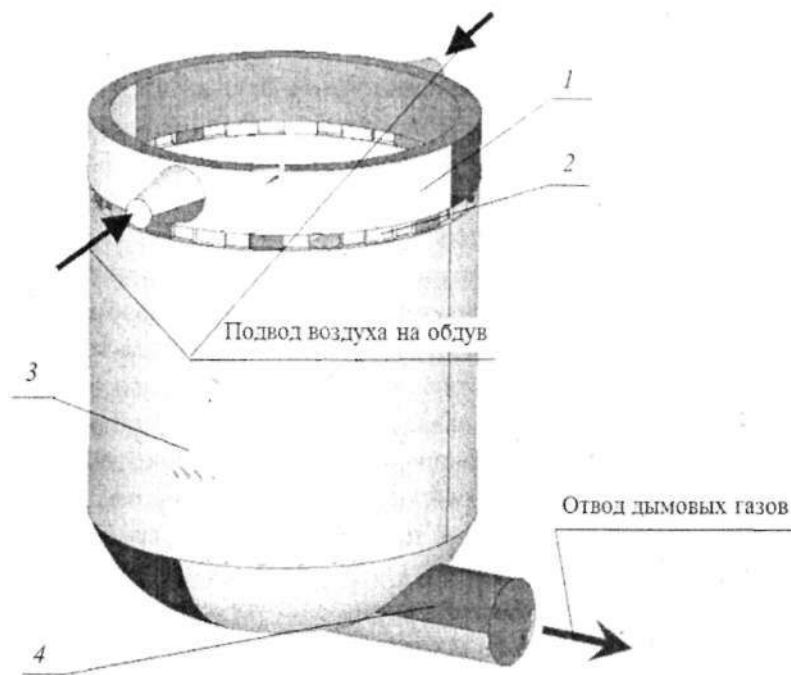


Рис. 1. Трехмерная модель для расчета процесса обдува:
1 – коллектор; 2 – отверстия (сопла); 3 – область, ограниченная внешним корпусом и вставкой в бадье; 4 – отводной патрубков

Проведенное моделирование движения потоков воздуха в системе охлаждения позволяет оптимальным образом определить конструктивные параметры установки подогрева шихты, обеспечить возможность осуществления высокоэффективного предварительного подогрева, исключить дополнительное окисление шихты.